Aus der Inneren Abteilung
des Diakonissen-Krankenhauses Bethanien zu Breslau
(Professor Dr. R. Stahl)

Intravenöse Dauertropfinfusion

(Vereinfachte Technik, klinisch-experimentelle Untersuchungen)

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Max Werner Weisbach
Assistenzarzt

Breslau 1938

Druck: Schlesische Verlagsanstalt und Druckerei Karl Klossok K.-G., Breslau 1

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät Breslau

Berichterstatter: Prof. Dr. Gutzeit

Dekan: Prof. Dr. Gutzeit

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen Eltern

in dankbarer Liebe gewidmet

Inhalt

I. Einleitung . . . . . S. 5
II. Technik . . . . . S. 5
III. Infusionsflüssigkeit . . . . . S. 11
IV. Klinisch-experimentelle Untersuchungen . . . S. 13
V. Nebenwirkungen . . . . . S. 22
VI. Zusammenfassung . . . . . S. 23
VII. Literatur . . . . . S. 24

Intravenöse Dauertropfinfusion

(Vereinfachte Technik; klinisch-experimentelle Untersuchungen)

I.

Der intravenösen Dauertropfinfusion (i. D.) wird in den letzten Jahren immer größeres Interesse entgegengebracht. Doch findet sie vorläufig — abgesehen von einigen Ausnahmen — nur in chirurgischen und gynäkologischen Kliniken Anwendung. Der Grund dafür, daß die interne Medizin sich gegen die i. D. noch so ablehnend verhält, ist wohl darin zu suchen, daß den meisten Ärzten nur die chirurgische Methode (Einführung einer Glaskanüle in die Vene) bekannt ist, wie sie schon Friedemann[1] 1913, und neuerdings auch Melzner[2] empfahl.

Es hat sich herausgestellt, daß die i. D. gerade auch bei inneren Krankheiten, vorzugsweise mit hypertonischen Traubenzuckerlösungen ausgeführt, von lebensrettender Bedeutung sein kann, da u. a. in Fällen von unstillbarem Erbrechen, von Bewußtlosigkeit auf parenteralem Wege genügend Flüssigkeit, eine beachtliche Kalorienzahl sowie Medikamente zugeführt werden können (Herbert Zedler).

In jahrelanger Erfahrung hat sich bei uns eine recht einfache „nicht chirurgische" Methode bewährt. Hautschnitt, Freilegen der Vene, Unterbinden des distalen Venenstückes, Einbinden der Vene fallen fort.

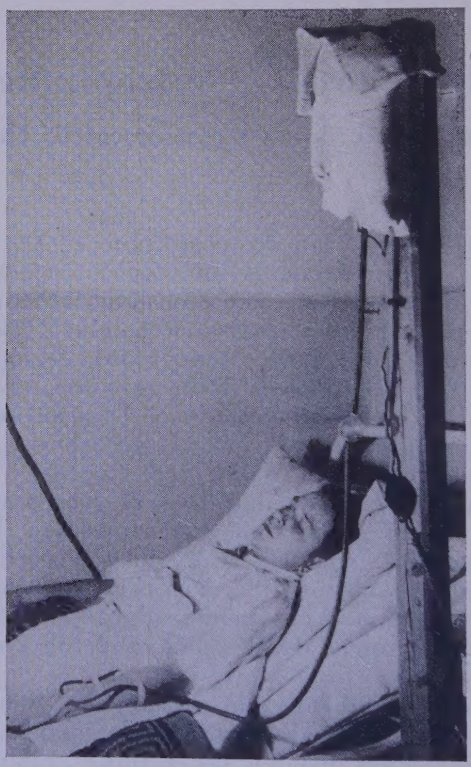
II.

Technik.

Unsere Apparatur besteht aus einem einen Liter fassenden graduierten Irrigator, der an einem ungefähr zwei Meter hohen Ständer aufgehängt ist. An diesem Irrigator ist ein etwa ein Meter langer Gummischlauch mit einem Lumendurchmesser von einem viertel Zentimeter angeschlossen.

In den Verlauf desselben ist die auch für rektale Tropfeinläufe angewandte Martin'sche Glaskugel eingeschaltet. Das freie

Ende des Gummischlauches wird mit einem sich nach peripher stark verengenden Glaszwischenstück von ungefähr 15 Zentimeter Länge verbunden. An dieses verjüngte Ende schließt sich ein etwa 30 bis 35 Zentimeter langer, recht dünner, gut biegsamer



Gummischlauch mit einem Lumendurchmesser von 0,2 bis 0,3 Zentimeter. Das freie Ende dieses Gummischlauches trägt ein für die gewöhnlichen Rekordspritzenkanülen passendes Ansatzstück. Das ganze System wird nach jeder Infusion auseinandergenommen, gereinigt, ausgekocht, steril verpackt und ist dann stets gebrauchsfertig.

Bei der Füllung dieses Systems wird oftmals nicht exakt genug verfahren, so daß sich die Martin'sche Glaskugel gleichfalls mit Flüssigkeit füllt und den Zweck, der Tropfenzählung zu dienen, dann nicht erfüllen kann. Dieser Umstand läßt sich durch folgendes Vorgehen leicht vermeiden:

Zweckmäßig verschließt man zunächst den Schlauch mit einer Klemme unmittelbar unter dem Irrigator (also oberhalb der Martin'schen Glaskugel). Man füllt die Infusionsflüssigkeit in das Gefäß. Nun hält man das freie Ende des Gummischlauches über das Niveau des Flüssigkeitsspiegels, wobei man gleichzeitig die Mitte des Schlauchsystems nach unten hält. Eine zweite Person öffnet die Klemme. Bei unveränderter Haltung läßt man das System vollaufen. Nun s e n k t man das freie Ende des Schlauches und läßt solange Flüssigkeit ablaufen, bis keine Luftblasen mehr in dem Schlauchsystem vorhanden sind. Dann klemmt man das System am besten an zwei Stellen, nämlich unterhalb des Irrigators und kurz vor dem Schlauchende ab. Der Apparat ist nun verwendungsbereit.

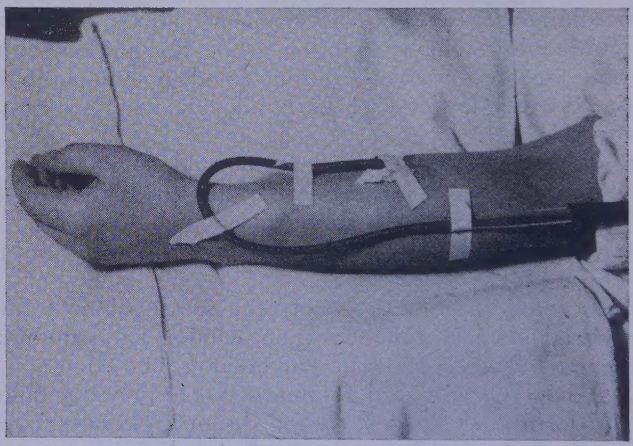
V o r d e m l e t z t e n A b k l e m m e n d a r f d a s f r e i e S c h l a u c h e n d e n i c h t w i e d e r e r h o b e n w e r d e n , d a s o n s t d i e L u f t a u s d e r M a r t i n ' s c h e n K u g e l n a c h o b e n a u s g e t r i e b e n w i r d u n d d i e s e s i c h m i t F l ü s s i g k e i t f ü l l t .

Sollte dieses doch einmal eingetreten sein, so bleibt dann nichts anderes übrig, als das ganze System wieder zu entleeren und in beschriebener Weise regelrecht von neuem zu füllen.

Die I n f u s i o n wird auf folgende Weise in Gang gebracht:

Eine mittlere oder ausgesprochen dünne Rekordspritzenkanüle (Nr. 2 bis 4) wird zunächst auf eine Rekordspritze gesetzt und in gewöhnlicher Weise in die vorher gestaute Vene eingestochen; dann wird die Kanüle eine kleine Strecke im Lumen der Vene vorgeschoben. Hierauf entfernt man die Stauung und nimmt die Rekordspritze unter langsamen Drehen von der Kanüle ab. Das Ansatzstück des weichen Gummischlauches wird nun unter Vermeidung von Lufteintritt, also bei ausfließender Flüssigkeit, nach Entfernung der Klemme in die Kanülenmanchette eingeführt. An dem Tropfen der Flüssigkeit in die M a r t i n ' s c h e Kugel kann man kontrollieren, ob sich die Kanüle in der richtigen Lage befindet. Ist dies der Fall, so klebt man oberhalb der Kanüle einen 1 Zentimeter breiten Leukoplaststreifen quer über den Kanülenansatz zur Fixierung der Kanüle. Hier ist darauf zu achten, daß beim Überkleben der Kanüle das periphere Lumen sich nicht an die Venenwand anlegt und damit das Einfließen aus der Kanüle in die Vene erschwert. Bei der Kleinheit des Lumens geschieht das aber sehr leicht. Man vermeidet dies dadurch, daß unter das Kanülenansatzstück ein kleiner gelüfteter, steriler Tupfer geschoben wird. Man kann oft beobachten, wie schon bei leichtem Anheben der Kanüle ein rascheres Tropfen in Gang kommt. Weiter-

hin fixieren kleine Heftpflasterstreifen den weichen, gut biegsamen Gummischlauch, der U-förmig gebogen ist, am Arm. Diese Biegung erwies sich als zweckmäßig, um Armbewegungen des Patienten auszugleichen und damit eine Störung der Anlage durch etwaige Verschiebung der Kanüle zu vermeiden. Die offenen Schenkel des U-förmig gebogenen Gummischlauches zeigen nach proximal.



Bei dieser Anlage des Infusionsschlauches wird die Gefahr der Verschiebung der Kanüle in der Vene weitgehendst herabgemindert, da jede einigermaßen vorsichtig ausgeführte Bewegung des Armes durch den weichen U-förmig gebogenen Gummischlauch ausgeglichen wird.

Die Regulierung der Tropfenzahl geschieht bei uns durch eine einfache zweiarmige Klemme, die durch eine mit einem Gewinde versehene Schraube verengt und erweitert werden kann. Wir haben die Beobachtung gemacht, daß diese Klemme den Gummischlauch genügend gleichmäßig und fest abklemmt. Sie wird im oberen Drittel des Gummischlauches angebracht und kommt mit der sterilisierten Lösung nicht in Berührung.

Einige wichtige Punkte, die von ausschlaggebender Bedeutung sind, sollten noch beim Anlegen der Infusion beachtet werden.

Wir nehmen nach Möglichkeit kurz abgeschliffene Metallkanülen, um bei dem langen Liegen in der Vene eine allmähliche Arrosion der Gefäßwand durch eine allzu lange und feine Kanülenspitze zu vermeiden.

Oben wurde bereits erwähnt, daß ein Anlegen des Kanülenlumens bei dem geringen Ausströmungsdruck der Flüssigkeit ge-

nügt, um das Einfließen in die Vene zum Stillstand zu bringen. Es ist also darauf zu achten, daß die Kanüle in der Verlaufsrichtung der Vene liegt. Übrigens könnte das längere Ausströmen hypertonischer Lösungen dicht an ein und dieselbe Stelle der Venenwand bei empfindlichem Gewebe leichter zu einer Reizung der Intima führen.

Eine nicht zu starke Vene im Verlauf des Unterarmes unter Vermeidung der Gelenkgegend ist im allgemeinen jeder anderen Vene vorzuziehen, weil dadurch dem Patienten die Möglichkeit gegeben ist, den Arm im Ellenbogen- wie Handgelenk ab und zu ein wenig zu bewegen. Aber auch die feinsten Handrückenvenen bei schwer kollabierten Patienten verwenden wir zur Anlegung der Infusion und benutzen dazu die feinsten Kanülen. Gelegentlich wird man die Cubitalvene nicht vermeiden können.

Wir sind sogar davon abgekommen, in jedem Fall den Arm tagsüber auf einer Schiene durch Bindenturen zu befestigen. Wir belassen den Arm, da wir die Kanüle zu 90 Prozent aller Infusionen im Verlauf des Unterarmes anlegen, recht bequem auf einem Kissen, das mit sterilem Zellstoff bedeckt ist. In der Ellenbeuge wird der Arm ein wenig gebeugt, so wie es dem Patienten am bequemsten ist. In manchen Fällen, bei unruhigen Kranken, bei Einstich in Nähe von Gelenken wird sich das Anlegen einer gut gepolsterten Schiene oft nicht vermeiden lassen.

Um die Infusionsflüssigkeit, die eine Temperatur von 37° bis 40° Celsius hat, auf ungefähr gleicher Temperaturhöhe zu erhalten, umgeben wir den Irrigator mit einem gewöhnlichen Heizkissen, das auf Nr. 2 gestellt wird. Eine zu starke Abkühlung, die dem Körper schädlich sein könnte, wird dadurch verhindert. E. Stahnke[3] hat herausgefunden, daß Schüttelfröste beobachtet wurden, wenn die Flüssigkeitstemperatur nicht immer konstant auf 37° Celsius gehalten wurde. In diesem Punkte müssen wir jedoch Palmedo[4] und Schürer-Waldheim[5] recht geben, die behaupten, daß die konstante Warmerhaltung der Flüssigkeit von geringer Bedeutung sei. Derselben Ansicht sind auch Friedemann[1] und Windhopf und Hilgenberg[6]. Palmedo[4] beschreibt einen Fall, bei dem es zur Verbrennung kam, da das Heizkissen nicht zur rechten Zeit ausgeschaltet wurde. Dies wird man allerdings nicht verallgemeinern können, weil es sich bei dem Fall Palmedo[4] um eine rasch einfließende kurz andauernde Infusion handelt.

Bei uns bleibt das Heizkissen während der über mehrere Stunden dauernden Infusion stets auf Nr. 2 gestellt, denn die Flüssigkeit hat bei unserer Anlage den Schlauch bei so geringer

Strömungsgeschwindigkeit zu durchfließen, daß sie dadurch immer ausreichend abgekühlt wird.

Wir versuchten trotzdem einen Apparat zu finden, der eine konstantere Flüssigkeitserwärmung gewährleisten sollte. Unsere Konstruktionsvorrichtung besteht aus einem elektrischen Wärmer in Form eines 35 cm langen Metallhohlzylinders, Das Lumen des Hohlzylinders hat die Weite des Gummischlauches. In das Metallrohr sind Widerstände eingebaut, die eine Erhitzung des Wärmers über 40 Grad nicht zulassen. Ein Thermometer ist in einem kleinen Glaszylinder, der immer mit der herabtropfenden Flüssigkeit gefüllt ist, eingebaut. Das letzte Drittel des Gummischlauches wird durch das Metallrohr geführt. Jetzt schiebt man das Metallrohr, das recht handlich gebaut ist, soweit zurück, bis die Flüssigkeit bei einer bestimmten Tropfenzahl mit 35 Grad Celsius am Ende des Gummischlauches heraustropft. Die Lage des Metallrohres wird nun am Gummischlauch durch leichte Einkerbungen gekennzeichnet. Der Apparat ist damit bei einer bestimmten Entfernung vom Ende des Gummischlauches und bei einer bestimmten Tropfenzahl in der Minute auf 37 Grad geeicht. Wir hatten aber bei unseren Versuchen festgestellt, daß die Flüssigkeit, die von dem Metallrohr umgeben ist, eine stärkere Erhitzung erfährt, wenn sich die Tropfenzahl pro Minute um nur wenige Tropfen verringert. Gesetzt den Fall, es käme durch teilweises Verstopfen der Kanüle oder durch Anlegen der Kanülenöffnung an die Venenwand ein verlangsamteres Einfließen als berechnet zustande, so könnte ein zu starkes Erhitzen der Flüssigkeit zu unangenehmen Zwischenfällen führen. Immer wieder haben wir nämlich beobachtet, daß ein nur leichtes Anlegen der Kanülenöffnung gegen die Venenwand bei dem engen Lumen und dem geringen Druck genügt. um die Tropfenzahl pro Minute erheblich zu verringern; es genügt aber meistens dann ein leichtes Anheben des Schlauches oder der Kanüle, um das ungestörte Einfließen wieder herzustellen.

E. Stahnke[3] beschreibt einen Apparat zur Konstanterhaltung der Temperatur, der auch an die elektrische Lichtleitung angeschlossen werden kann. Er besteht aus einem kleinen, regulierbaren Transformator und einem elektrischen Wärmer. Die Flüssigkeit tropft in eine Martin'sche Kugel über ein Thermometer. Henning[7] verwendet einen geeichten Tropfenzähler bei bestimmter Lösung und Konzentration.

Da wir auf die genaue Konstanterhaltung der Temperatur der Flüssigkeit nicht allzu großen Wert legen, und da auch die oben erwähnten Apparate keine vollkommen gleichmäßige Tropfenzahl gewährleisten, blieben wir bei der Verwendung des Heizkissens und der eingangs beschriebenen einfachen Methodik.

Bei der Anwendung der chirurgischen Methode besteht bezüglich der Beschaffenheit der Kanüle noch große Uneinigkeit. Eignet sich die weite, gebogene Glaskanüle oder die mit einem Knopf versehene Metallkanüle besser für die Infusion? Melzner[2] lehnt die Metallkanüle wegen der Gefahr der Thrombenbildung

ab und empfiehlt die Glaskanüle mit einem möglichst weiten Kanülenlumen. Er ist der Ansicht, daß sich eine Kanüle mit sehr dünnem Lumen leicht verstopfe.

Dieser Ansicht können wir uns durchaus nicht anschließen; denn je dünner das Kanülenlumen, desto größer ist die Strömungsgeschwindigkeit der passierenden Flüssigkeit, und desto geringer die Gefahr des Rücktritts von Blut in die Kanüle mit nachfolgender Gerinselbildung und Verstopfung.

Man kann direkt beobachten, wie in einer weiten Glaskanüle bei langsamem Einfließen in dem weiten Lumen sich zwei Schichten bilden; je nachdem die Infusionsflüssigkeit schwerer oder leichter als das Blut ist, fließt sie im unteren oder oberen Teil der Glaskanüle aus, während in der anderen Partie der Glaskanüle das Blut rückläufig einzutreten und zu gerinnen vermag. Ein solches Ereignis ist, solange die Infusionslösung fließt, bei unserer Kanüle völlig ausgeschlossen, und dadurch ist der Bildung von Blutgerinseln ein Riegel vorgeschoben. Ein Rückfließen von Blut kommt hier nur in Frage, wenn durch Abklemmen das Einfließen für einige Zeit unterbrochen wird.

Zu berücksichtigen ist noch, daß die Chirurgen zwei bis drei Tage und Nächte infundieren lassen, während wir nach acht bis zehn Stunden die Infusion unterbrechen und den Patienten nachts ihre Ruhe lassen. Das können wir uns leisten, da das Neuanlegen am nächsten Tage eine Kleinigkeit bedeutet gegenüber der chirurgischen Einführung der Glaskanüle. Damit dürfte sich bei unserer Methode, zumal wir jedesmal eine andere Vene verwenden können, die Gefahr der Thrombose mit nachfolgender Embolie um vieles verringert haben.

III.

Infusionslösung.

Viel diskutiert worden ist die Frage der Zusammensetzung der zur Anwendung kommenden Infusionslösung. Die Auswahl muß sich natürlich in erster Linie nach der beabsichtigten Wirkung richten. Ist nur die Zuführung von Flüssigkeit erwünscht, so kommt meistens die physiologische Kochsalzlösung zur Anwendung. Andere ziehen die Titrosalzlösung, die leicht mit den von der Firma Nordmark gelieferten Ampullenpackungen hergestellt werden kann, der physiologischen Kochsalzlösung vor. Auch die Normosallösung, sowie das Tutofusin (Pfriemer & Co., Nürnberg), das in sterilen Ampullen zu 250, 500 und 1000 ccm gebrauchs-

fertig zu haben ist, hat in vielen Kliniken Eingang gefunden. Es hat den Vorteil gegenüber den anderen Lösungen, daß es die Salze des Blutes enthält, stets gebrauchsfertig und vollkommen reizlos ist. Gegenüber der physiologischen Kochsalzlösung möchten wir den anderen genannten Salzlösungen den Vorzug geben. Die Versuche u. a. von Stahl und Presser[8] zeigten nämlich, daß das Na-Jon der Kochsalzlösung eine nicht unbedeutende hydropigene Wirkung entfalten kann, die im Titrosalz, Normosal, Ringerlösung durch die u. a. gleichzeitig vorhandenen Kalium- und Kalzium-Jonen aufgehoben wird. Beabsichtigt man also lediglich eine Flüssigkeitszufuhr, so wird man zu einer der erwähnten Salzlösungen greifen.

Da es bei uns in einem sehr großen Teil der Fälle darauf ankommt, dem Kranken möglichst gleichzeitig Nahrung auf parenteralem Wege zuzuführen, so brachten wir der Traubenzuckerinfusion besonderes Interesse entgegen. Natürlich ist die Traubenzuckerlösung vom Gesichtspunkte der Ernährung aus betrachtet nicht ideal, da Fette, Eiweiß, Salze und Vitamine vollkommen fehlen.

Es wäre daher zu wünschen, daß es der Industrie gelingen möge, ein Kohlehydrat — Eiweiß — Vitamingemisch zu finden, das bequem zu sterilisieren und als relativ vollwertige Nahrung dem Körper parenteral zugeführt werden kann. Die Möglichkeit einer intravenösen Vitaminzufuhr besteht bereits. So berichten Stepp und Gutzeit[9], daß bei der Behandlung des Skorbut gefahrlos steril filtrierter Apfelsinensaft, der mit Natronlauge bis zur schwach alkalischen Reaktion versetzt wird, intravenös injiziert werden kann. Die Herstellung des Apfelsinensaftinfuses ist zweifellos unbequem. Jetzt kann man zwar Cebion sowie eine große Anzahl anderer Stoffe und Medikamente ohne Schwierigkeit der Infusionsflüssigkeit beimengen, doch fehlt zur Herstellung einer vollkommenen intravenösen Ernährungsflüssigkeit noch vielerlei. So wird man sich vorläufig meist mit dem Traubenzucker, der im Augenblick das wirtschaftlichste und am leichtesten erreichbare parenteral zu verabfolgende Nahrungsmittel ist, begnügen.

Wie steht es nun mit der Verwendung des Traubenzuckers als Infusionsflüssigkeit? Wieviel prozentig soll man ihn infundieren?

Vom Standpunkt der Kalorienzufuhr bringt es nur einen geringen Vorteil, eine zwei- bis vierprozentige Traubenzuckerlösung, wie sie Küstner[10] vorschlägt, zu infundieren. So kamen wir zur Anwendung von 10-, 15- ja 20prozentiger Lösung.

Die Verwendung von Zuckerlösung, zumal einer stärker kon-

zentrierten, wird allerdings generell von Einzelnen abgelehnt mit der Begründung, daß sie zu zähflüssig sei, daß sie häufig zu Thrombosebildung führe, daß sie eine überflüssige und manchmal schädliche Veränderung des Stoffwechsels veranlasse (Melzner[2]).

Dem wäre entgegenzustellen die schon oben erwähnte Tatsache, daß selbst bis zu 20prozentige Traubenzuckerlösung auch durch dünne Kanülen mit noch genügender Geschwindigkeit fließt. Den Einwurf der Thrombenbildung haben wir oben bereits entkräftet. Auf die Frage der Stoffwechselbeeinflussung wird später an Hand von Versuchen eingegangen werden.

Melzner[2] wendet weiter ein, rektale Einläufe könnten denselben Dienst erweisen. Darauf muß man die Frage stellen: Was wird hierbei resorbiert? Was wird vom Darminhalt aufgesogen und mit diesem wieder ausgestoßen? Dazu kommt, daß bei alten Leuten mitunter jede rektal zugeführte Flüssigkeit bei vorhandener Sphinkterschwäche wieder neben dem Darmrohr herausfließt. Schließlich wird die vielfache Belästigung nicht zu vergessen sein, die einem empfindlichen Kranken durch rektale Darmeinläufe bereitet wird.

Wir können Küstner[10] nur recht geben, der sagt, daß rektale Einläufe in dem Augenblick zur Unmöglichkeit werden, wo Diarrhoeen und Darmlähmungen auftreten.

Daß es möglich ist, intravenös immerhin beachtliche Mengen von Kohlehydraten zuzuführen, ergibt sich aus der einfachen Rechnung, daß man bei einer Infusion von zwei Liter einer zehnprozentigen Dextropurlösung dem Körper in 24 Stunden über 800 Kalorien spenden kann.

IV.

Von großer Wichtigkeit ist es festzustellen, welches Schicksal der parenteral infundierte Zucker erfährt. Unter welchen Bedingungen wird er mit dem Urin wieder ausgeschieden? Welche Veränderung ruft er im Blut und im Urin hervor?

Um über diese und ähnliche Fragen Klarheit zu schaffen, wurden Urinmenge, spezifisches Gewicht, Urinzucker, Wasserstoffionenkonzentration im Urin, Blutzucker, Alkalireservebestimmungen des Blutplasmas, das morphologische Blutbild, die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit fortlaufend bestimmt.

Während wir für unseren klinischen Gebrauch eigentlich nur zehnprozentige Dextropurlösung verwendeten, machten wir die vorliegenden Untersuchungen auch vergleichsweise bei Infusionen mit 15—20prozentiger Dextropurlösung, mit physiologischer Koch-

salzlösung und mit Titrosalzlösung. Bei unseren Untersuchungen hielten wir im allgemeinen die gleichen Versuchsbedingungen ein, um auf diese Weise zwischen den einzelnen Lösungen Vergleiche ziehen und die angeblichen Nachteile des Traubenzuckers feststellen zu können.

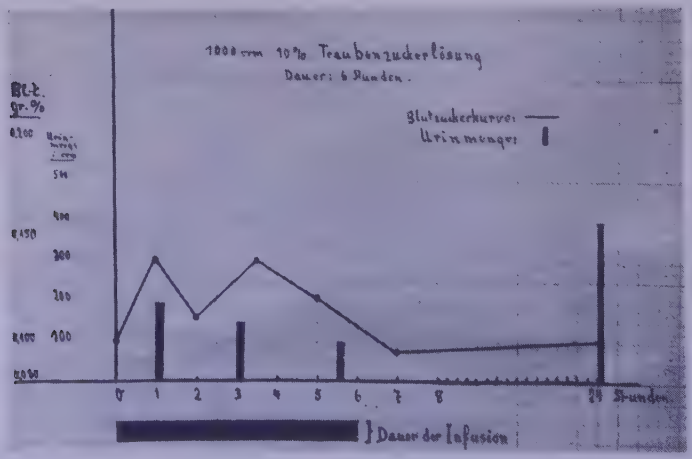
Aus diesem Grunde infundierten wir bei unseren Untersuchungen, wenn nicht anders vermerkt, 1000 ccm einer zehnprozentigen Dextropurlösung in einer Zeit von sechs bis acht Stunden.

Untersuchungen.

1.

Blutzucker und Urinzucker bei Infusionen mit zehnprozentiger Traubenzuckerlösung. Dauer sechs Stunden.

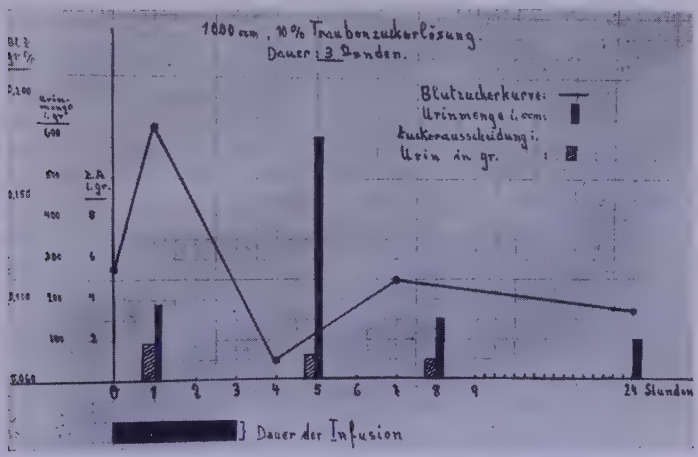
Es zeigt sich, daß der infundierte Zucker stets eine vorübergehende Erhöhung des Blutzuckers zur Folge hatte und bei Innehaltung der erwähnten Bedingungen (Zuführung in sechs Stunden, das sind ca. 30 bis 40 Tropfen in der Minute) restlos resorbiert wird, so daß Zucker im Urin nicht nachweisbar ist. Dabei zeigen die Blutzuckerkurven gewöhnlich zwei Höhepunkte nach einer und nach dreieinhalb Stunden, die sich aus der Reaktion des den Zuckerstoffwechsel regulierenden Apparats erklären.



Blutzucker und Urinzuckerkurven
bei Infusionen mit 10%iger Traubenzuckerlösung. Dauer 6 Stunden.

2.

Wichen wir von diesen eben erwähnten Bedingungen in dem Sinne ab, daß die gesamte Flüssigkeitsmenge bereits in drei Stunden eingeführt wurde (60 bis 70 Tropfen in der Minute), so konnten wir feststellen, daß bei unseren üblichen stündlichen Untersuchungen der Blutzucker nach einem hohen schnellen Anstieg abnorm tief fiel, bis sich der Blutzucker in reaktiven Schwankungen wieder auf die Norm einstellte. Dabei tritt dann auch, wie die nächste Kurve zeigt, Zucker im Urin auf. Trotzdem ist die Ausnützung des infundierten Zuckers noch als gut zu bezeichnen, denn von 100 Gramm eingeführten Zuckers werden nur vier bis fünf Gramm im Urin ausgeschieden. Der Verlust ist also gering. Immerhin wird man eine solche unnötige Belastung des Zuckerstoffwechsels lieber vermeiden.

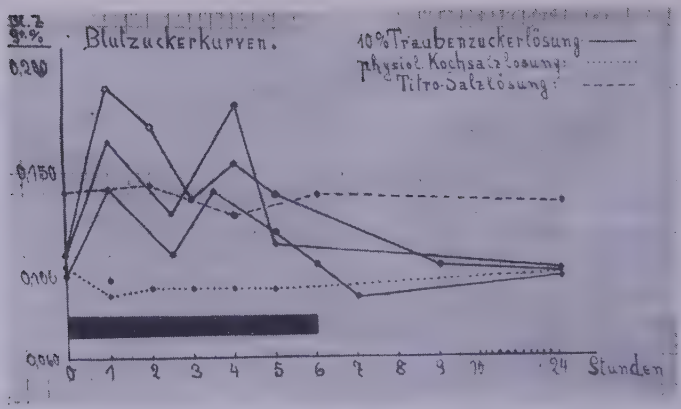


Urinzucker und Blutzuckerkurve
bei Infusionen mit 10%iger Traubenzuckerlösung. Dauer 3 Stunden.

3.

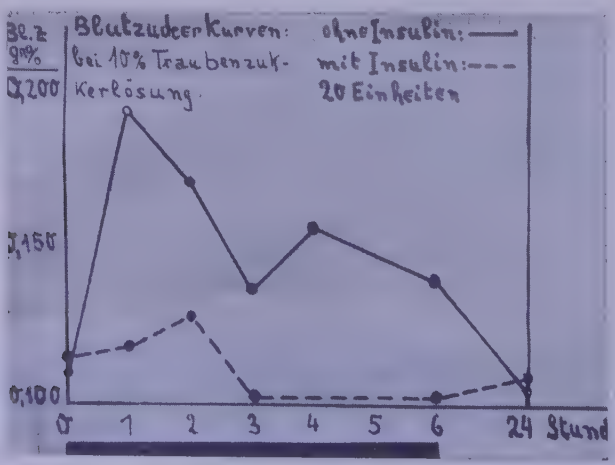
Zum Vergleich mögen einige Blutzuckerkurven bei Infusionen mit zehnprozentiger Traubenzucker-, physiologischer Kochsalz- und Titrosalzlösungen dienen, bei denen wir stets die gleichen Versuchsbedingungen einhielten.

Salzlösungen lassen den Blutzucker, wie zu erwarten, natürlich unbeeinflußt.



Blutzuckerkurven bei Infusionen mit 10%iger Traubenzucker-, physiologischer Kochsalz- und Titrosalzlösung. Dauer 6 Stunden.

Noch schonender als bei der oben erwähnten Infusionsmethode kann man unter anderem bei Fällen von Leberkrankheiten verfahren, wenn man der Zuckerlösung Insulin zusetzt. Bei 20 Einheiten Insulin auf 1000 ccm einer zehnprozentigen Dextropurlösung erhielten wir bei Stoffwechselgesunden einen ganz geringen Anstieg der Blutzuckerkurve, wie nachfolgende Kurve zeigt.



Blutzuckerkurven bei 1000 ccm einer 10%igen Traubenzuckerlösung mit und ohne Insulin.

Es sei besonders noch darauf hingewiesen, daß sich das Insulin nur unvollkommen verteilt, wenn man es einfach in den Irrigator hineinschüttet. (S. Zedler, Dissertation 1938.) Am besten erzielt man eine vollkommene Mischung durch Umgießen in ein anderes steriles Gefäß. Gute Mischung ist erforderlich, um einen hypoglykämischen Schock zu vermeiden.

Die Urinausscheidung während und nach einer Infusion zeigte keine Besonderheiten. Es sei hier nochmals betont, daß unsere Infusionen sechs bis acht Stunden dauern und die Flüssigkeit tropfenweise in den Blutkreislauf eindringt. Eine diuretische Wirkung wäre nur zu erwarten bei Anwesenheit von Flüssigkeitsdepots im Körper oder durch einen großen Wasserstoß bei sehr kurz dauernder Infusion (eine halbe bis eine Stunde).

Bei einer solchen raschen Zuführung der Infusionsflüssigkeit wäre dann auch eine entsprechende Änderung des spezifischen Gewichtes im Urin zu erwarten. Bei unseren langsam eintropfenden Infusionen wurde jedoch niemals eine beträchtliche Veränderung des spezifischen Gewichtes beobachtet.

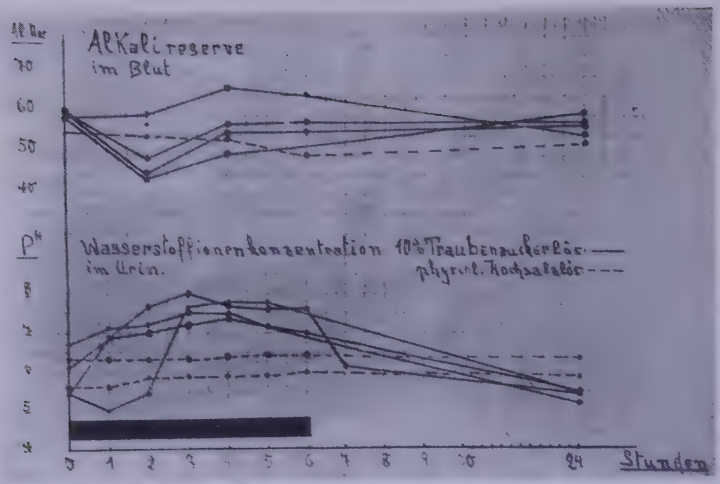
4.

Melzner und Geßler[2] erheben den Vorwurf, daß hochprozentige Traubenzuckerlösung eine Säuerung des Blutes herbeiführe. Dies sei besonders nach Operationen, die an sich schon zu Azidose führen, unerwünscht.

Unsere Kurven ließen gleichfalls eine Abnahme der Alkalireserve im Blut, eine Zunahme der H-Ionen im Urin während der Infusion erkennen.

Mit der Methode nach van Slyke[13] wurde die Alkalireserve des Blutes bestimmt. Prinzip: Aus dem mit 5,5%iger CO_2 im Gleichgewicht befindlichen Plasma wird die gesamte Kohlensäure durch Schwefelsäure in Freiheit gesetzt; aus dem erhaltenen, am Apparat abgelesenen Volumen wird der Wert auf Grund von Tabellen abgelesen.

Jedoch sind diese Schwankungen, die sich übrigens auch nach gewöhnlicher Nahrungsaufnahme finden, schnell vorübergehend und so geringen Grades, daß sie kaum eine nennenswerte Belastung des Organismuses darstellen dürften. Dies bestätigen unsere Versuche. Wir sehen ein minimales Absinken der Alkalireserve bei Traubenzuckerinfusionen. Demgegenüber zeigt die Kurve bei physiologischer Kochsalzlösung keinen Ausschlag.



Obere Kurve: Alkalireserve im Blut.
Untere Kurve: Wasserstoffionenkonzentration im Blut.

Auch die Wasserstoffionenkonzentration wurde in einzelnen fortlaufend abgenommenen Urinproben bestimmt.

Zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration ist die Indikatorenmethode nach L. Michaelis[14] herangezogen worden. Sie beruht darauf, daß bestimmte Indikatoren den Farbenumschlag bei bestimmter p^H-Konzentration geben.

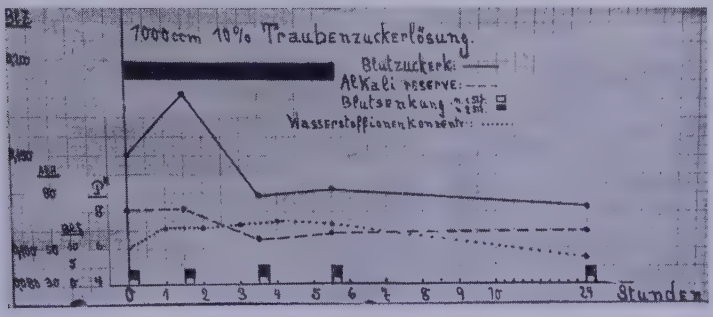
Wie gering die Zunahme der pH-Ionen im Urin bei Dextropurinfusionen zu sein pflegt, zeigen die vorher abgebildeten Kurven. Zum Vergleich sind auch Wasserstoffionenkonzentrationsbestimmungen bei physiologischer Kochsalzlösung gemacht worden. Diese zeigen gar kein verändertes Bild während und nach der Infusion.

5.

In der intravenösen Dauertropfinfusion mit Dextropurlösung besitzen wir, wie anfangs erwähnt, eine Methode, mittels der es gelingt, einem Menschen, der per os keinerlei Nahrung zu sich nehmen kann oder darf, lebenswichtige Stoffe, wie Flüssigkeit, Kalorien, Heilmittel zuzuführen, ohne einen unerwünschten Reiz auf die biologischen Funktionen des Körpers auszuüben.

In diesem Sinne sprechen unsere fortlaufenden Untersuchungen der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, die nur Schwankungen innerhalb der Fehlergrenze zeigen.

Die folgende Abbildung zeigt bei einer zehnprozentigen Traubenzuckerinfusion — neben der schon vorher erwähnten leichten Veränderung des Blutzuckers und der Alkalireserve — das fast vollkommene Gleichbleiben der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit.



1000 ccm 10%iger Traubenzuckerlösung.
Bestimmungen der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit, der Alkalireserve, des Blutzuckers und der Wasserstoffionenkonzentration.

6.

Im gleichen Sinne erkennt man auch das fast völlige Fehlen eines Reizes seitens der Infusion an dem Ausbleiben nennenswerter Verschiebung im morphologischen Blutbild. Die geringen Schwankungen blieben innerhalb der Fehlergrenze. Noch tagelang nach Abschluß der Infusion wurde keine wesentliche Verschiebung des Blutbildes festgestellt. Insbesondere traten nur ganz geringe Links-Verschiebungen des Leukozytenblutbildes auf. Anschließend bringen wir einige Beispiele, die aus einer großen Zahl von Versuchen herausgegriffen worden sind.

	Vor der Infus.	1 Stunde nach der Infus.	2 Stunden nach der Infus.	3 Stunden nach der Infus.	4 Stunden nach der Infus.
Blutsenkung . . .	1 mm	2 mm	2 mm	2 mm	2 mm
Hgb.	98% korr	92% korr	92% korr	90% korr	93% korr
Erytrozyten . . .	4 420 000	4 220 000	4 400 000	4 350 000	4 600 000
Färbeindex	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
Leukozyten . . .	6 300	6 100	6 200	5 800	7 000
Haemogramm . . .					
Segmentkernige . .	65%	60%	52%	60%	65%
Stabkernige	3%	3%	6%	4%	4%
Jugendform	—	—	—	—	—
Eosinophile	3%	4%	3%	2%	2%
Basophile	—	—	—	—	—
Lymphozyten . . .	24%	28%	36%	29%	23%
Gr. Mononucl . . .	4%	2%	1%	2%	3%
Übergangsform . .	1%	3%	1%	1%	1%

	Vor der Infus.	1 Stunde nach der Infus.	2 Stunden nach der Infus.	3 Stunden nach der Infus.	4 Stunden nach der Infus.	23 Stunden nach der Infus.
Blutplättchen	294 000	212 000	280 000	320 000	268 000	340 600
Hgb.	87% korr	90% korr	90% korr	87% korr	90% korr	85% korr
Erythrozyten	4 200 000	4 240 000	4 200 000	4 000 000	4 300 000	4 120 000
Färbeindex .	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Leukozyten .	9 200	9 000	9 200	9 700	10 800	9 000
Segmentkernige	74%	70%	73%	74%	74%	72%
Stabkernige .	8%	10%	10%	7%	11%	6%
Jugendform .	1%	4%	1%	1%	2%	3%
Eosinophile .	4%	2%	3%	4%	—	2%
Basophile . .	—	—	—	—	—	—
Lymphozyten	11%	15%	12%	10%	9%	12%
Gr. Mononucl	1%	2%	1%	2%	4%	4%
Übergangsform	1%	1%	—	2%	1%	1%

	Vor der Infus.	1 Stunde nach der Infus.	2 Stunden nach der Infus.
Blutsenkung	3 mm	4 mm	4 mm
Hgb.	94% korr	98% korr	98% korr
Erythrozyten	4 300 000	4 400 000	4 560 000
Leukozyten	6 100	6 100	5 800
Färbeindex	1,0	1,1	1,0
Segmentkernige	60%	46%	58%
Stabkernige	8%	19%	15%
Jugendform	1%	2%	1%
Eosinophile	2%	—	2%
Basophile	—	—	—
Lymphozyten	25%	28%	21%
Gr. Mononucl	3%	3%	2%
Übergangsform	1%	2%	1%

	3 Stunden nach der Infus.	4 Stunden nach der Infus.	19 Stunden nach der Infus.	43 Stunden nach der Infus.
Blutsenkung	5 mm	5 mm	3 mm	4 mm
Hgb.	90% korr	95% korr	100% korr	100% korr
Erythrozyten	4 000 000	4 300 000	4 900 000	4 300 000
Leukozyten	5 400	5 600	4 900	4 900
Färbeindex	1,1	1,0	—	—
Segmentkernige	59%	55%	57%	57%
Stabkernige	14%	8%	9%	10%
Jugendform	1%	1%	4%	1%
Eosinophile	1%	2%	2%	2%
Basophile	—	—	—	—
Lymphozyten	20%	28%	22%	27%
Gr. Mononucl	4%	2%	2%	2%
Übergangsform	1%	1%	4%	1%

Wenn somit stärkere Reizwirkungen der Dauertropfinfusion mit den hier angezogenen Methoden nicht nachweisbar sind, so ist doch zu bemerken, daß bei besonders empfindlichen Kranken gelegentlich leichte, rasch vorübergehende Reaktionen beobachtet werden: leichteste Erhebungen der Temperaturkurve, bei empfindlichen Neurotikern selten einmal flüchtige Verstärkung eines schon vorhandenen Brechreizes. Doch sind diese Erscheinungen so selten und so geringgradig, daß die Brauchbarkeit der Methode dadurch nicht beeinträchtigt wird.

V.

Nebenwirkungen.

Unsere Erfahrungen mit der intravenösen Dauertropfinfusion haben ergeben, daß die Nebenwirkungen einen recht kleinen Raum einnehmen. Es kam wohl bei sehr empfindlichen, nervösen Patienten vor, daß eine leichte Temperaturerhöhung oder auch ein mäßiger Schüttelfrost festzustellen war. Doch waren diese Erscheinungen sehr selten und meist schnell vorübergehend. Vielleicht tropfte mitunter die Infusionsflüssigkeit zu schnell ein. Von großer Wichtigkeit ist höchste Sauberkeit und Sterilität der Apparatur und der Infusionsflüssigkeit, um etwaige Nebenwirkungen zu verhindern. Thrombose oder Embolie, wie sie Melzner[2], Orator und Schleusing[11] sowie andere beobachteten, sind bei unseren sehr zahlreichen Infusionen niemals aufgetreten.

Orator und Schleusing[11] haben einen Fall von Thrombose und Embolie nach intravenöser Dauertropfinfusion beschrieben. Es wurde die chirurgische Methode angewandt unter Verwendung einer Glaskanüle. Der Obduktionsbefund ergab: Thrombus in der linken Vena basilica oberhalb der in der Vene liegenden Kanüle. Offenes Foramen Ovale. Embolus im Anfangsteil der linken Arteria cerebri media. Die Thrombenbildung wird dadurch erklärt, daß der Verband, der die Schiene befestigte, auf die Venenwand einen Druck ausgeübt hat.

v. Haberer[12] sagt, daß die Hauptschuld an diesen Thrombosen angeblich die Kanüle trage, da sie als Fremdkörper lange Zeit in der Vene liegen bleibt. Wir erwähnen diesen Fall, um darauf hinzuweisen, daß diese Gefahr durch unsere nichtchirurgische Methode in weitestem Maße verringert wird.

In der Mitteilung von Orator und Schleusing[11] wird ferner auf das Referat von Schloffer (Chirurgischer Kongreß 1928) hingewiesen, in dem dieser über 200 Fälle von intravenösen

Dauertropfinfusionen berichtete. Bei keinem der Gestorbenen konnte die Sektion eine Thrombose nachweisen.

Wir glauben also zu dem Schluß berechtigt zu sein, daß die Nebenwirkungen gegenüber den Vorzügen so gering sind, daß gegen die Anwendung der intravenösen Dauertropfinfusion am Krankenbett zumal mit unserer Methodik ein stichhaltiger Grund nicht vorhanden ist.

VI.

Zusammenfassung.

Es wird eine vereinfachte Methode der intravenösen Dauertropfinfusion geschildert, die keinerlei chirurgische Maßnahme benötigt. Es wird weiterhin gezeigt, daß mittels der intravenösen Dauertropfinfusion isotonische Salz- und Zuckerlösungen zugeführt werden können, ohne daß eine nennenswerte biologische Reizung auftritt. Selbst hypertonische Lösungen nimmt der Körper — innerhalb von Stunden langsam tropfenweise parenteral gegeben — spielend auf und verwertet sie, ohne daß dabei eine nennenswerte Reizwirkung zutage tritt. Da bei genügend langsamer Infusion im Urin kein Zucker erscheint, so haben wir die Möglichkeit, auf diesem Wege eine immerhin stark ins Gewicht fallende Kalorienmenge zuzuführen.

Die von anderer Seite gemachten Beanstandungen gegen die Anwendung der Traubenzuckerlösung konnten entkräftet werden. Insbesondere halten sich die Verschiebungen der H-Ionen im Blut in so geringen Grenzen, daß sie selbst bei Operierten kein Hindernis für die Anwendung der Infusion bilden.

Am Schluß der Arbeit ist es mir ein Bedürfnis, Herrn Professor Dr. R. Stahl für die Überlassung des Themas und Materials sowie für sein liebenswürdiges Interesse an meiner Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis

1 Friedemann, Zentr. Bl. f. Chir. 1913; M. M. W. Nr. 19, 1913.
2 Melzner, M. M. W. Nr. 47 und 48, 1931.
3 Stahnke, Zeitschr. f. Chir. Nr. 6, 1935.
4 Palmedo, Archiv f. klin. Chir. Bd. 153, H. 3 und 4.
5 Schürer, Waldheim, Zentr. Bl. f. Chir. Nr. 36, 1929.
6 Windhopf und Hilgenberg, Bruns Beiträge, 127.
7 Henning, M. M. W. Nr. 21, 1934.
8 R. Stahl und Presser, Münchener Med. Wochenschrift 15, S. 559, 1933. S. a. R. Stahl, Die Bluttransfusion als Mittel zur therapeutischen Umstimmung. F. Hirt, Breslau 1937, S. 50.
9 Stepp und Gutzeit, Neue Deutsche Klinik Bd. 10.
10 Küstner, M. M. W. Januar 1932.
11 Orator und Schleusing, Zentr. Bl. f. Chir. Nr. 41, S. 2530, 1930.
12 v. Haberer, Zentr. Bl. f. Chir. Nr. 40, S. 2517, 1930.
13 van Slyke, Journ. of. biol. Chem. Bd. 30.
14 L. Michaelis, Deutsche Mediz. Wochenschr. 1921.

Lebenslauf

Ich, Max Werner Weisbach, bin als viertes Kind des Studienrats Max Weisbach und seiner Ehefrau Marie, geb. Augsburg, am 7. Juli 1907 in Cosel OS. geboren. Ich besuchte die Volksschule und anschließend das Gymnasium in Cosel. Hier machte ich 1929 das Abiturientenexamen. Ich begann mein Medizinstudium in Halle an der Saale. Anschließend studierte ich in Rostock, Wien und Breslau, wo ich im Dezember 1934 mein Staatsexamen bestand. Während meines praktischen Jahres arbeitete ich in Breslau, „Bethanien", und im städtischen Krankenhaus in Stolp. Seit dem 1. März 1936 bin ich als planmäßiger Assistent am Krankenhaus Bethanien zu Kreuzburg tätig.

Der SA. gehöre ich seit 1933 an und werde als Parteianwärter geführt.

Von August bis Oktober 1937 leistete ich meine militärische Grundausbildung ab und wurde als Gefreiter d. R. entlassen.

Ich versichere, daß sich unter meinen Vorfahren keine Nichtarier befinden.